

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09269415 A**

(43) Date of publication of application: 14 . 10 . 97

(51) Int. Cl

**G02B 6/00**

(21) Application number: 08080308

(22) Date of filing: 02 . 04 . 96

(71) Applicant: **FUJITSU KASEI KK TOKYO  
ELECTRIC POWER CO  
INC:THE FUJI ELECTRIC CO LTD**

(72) Inventor: **KUROSAWA KIYOSHI  
TANAKA AKIRA  
HATAKEYAMA YOSHIFUMI**

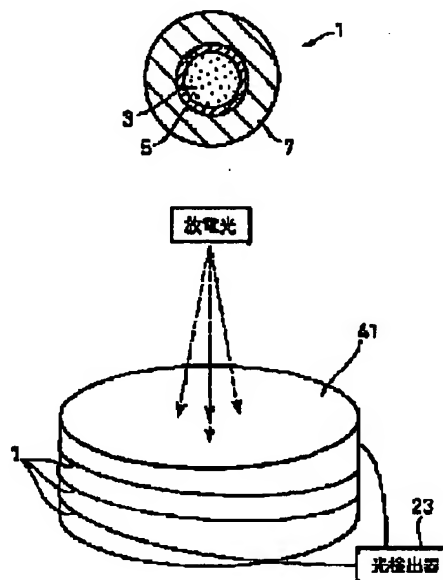
**(54) FLUORESCENT FIBER AND LIGHT  
CONVERGENT UNIT**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fluorescent fiber having high fluorescent conversion efficiency and excellent for heat resistance and corrosion resistance and a convergent unit incorporating it.

**SOLUTION:** The fluorescent fiber 1 is constituted so as to contain a core 3 formed by norbornene system resin containing fluorescent coloring matter and a clad 5 provided on the outside of the core 3 and with a refractive index lower than the core 3. A photodetector 23 is connected to at least one end of such a fluorescent fiber 1 directly or indirectly, and a transparent or translucent light convergent body 41, etc., is arranged on the side of the fluorescent fiber 1, and the convergent unit is constituted so that the light fluorescent converted by the convergent body 41, etc., is led by the fluorescent fiber 1 to be fluorescent converted again.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-269415

(43) 公開日 平成9年(1997)10月14日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

G 0 2 B 6/00

識別記号

3 0 1

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 6/00

技術表示箇所

3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-80308

(22) 出願日 平成8年(1996)4月2日

(71) 出願人 390038885

富士通化成株式会社

神奈川県横浜市都筑区川和町654番地

(71) 出願人 000003687

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 黒澤 深

神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号

東京電力株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

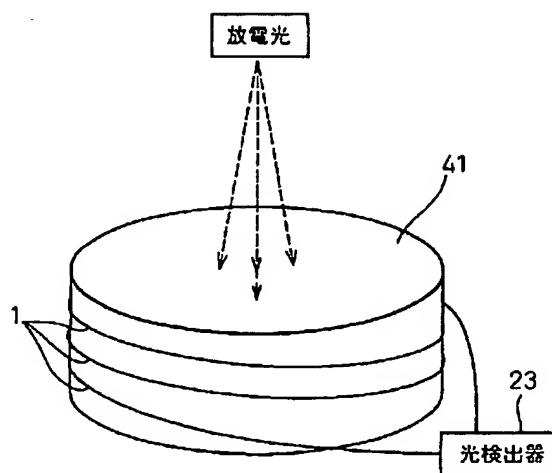
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蛍光ファイバ並びに集光ユニット

(57) 【要約】

【課題】 高い蛍光変換効率を有し同時に耐熱性及び耐腐食性に優れた蛍光ファイバ並びにこれを組み込んだ集光ユニットを提供する。

【解決手段】 蛍光色素を含有するノルボルネン系樹脂で形成されたコア3と、前記コア3の外側に設けた前記コア3よりも低い屈折率を有するクラッド5、とを含むように蛍光ファイバ1を構成する。斯かる蛍光ファイバ1の少なくとも一端に直接もしくは間接に光検出器23を接続し、蛍光ファイバ1の側方に透明ないし半透明の集光体41等を配置し、集光体41等で蛍光変換された光が蛍光ファイバ1に導かれて再度蛍光変換されるよう集光ユニットを構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 蛍光色素を含有するノルボルネン系樹脂で形成されたコアと、前記コアの外側に設けた前記コアよりも低い屈折率を有するクラッド、とを含むことを特徴とする蛍光ファイバ。

【請求項2】 前記コアの蛍光色素は、ベリレン系色素、BBOT、クマリン色素、イミダゾール色素、又はこれらの混合色素などの有機色素であることを特徴とする請求項1記載の蛍光ファイバ。

【請求項3】 前記クラッドの外側に、透明ないし半透明で耐腐食性及び耐熱性を有する保護層が設けられることを特徴とする請求項1記載の蛍光ファイバ。

【請求項4】 (イ) 蛍光色素を含有するノルボルネン系樹脂で形成されたコアと、前記コアの外側に設けた前記コアよりも低い屈折率を有するクラッド、とを含む蛍光ファイバと、

(ロ) 蛍光ファイバの少なくとも一端に直接もしくは間接に接続される光検出器と、

(ハ) 蛍光ファイバの側方に配置される透明ないし半透明の集光体、とを含み、

集光体で蛍光変換された光が蛍光ファイバに導かれて再度蛍光変換されることを特徴とする集光ユニット。

【請求項5】 前記コアの蛍光色素は、ベリレン系色素、BBOT、クマリン色素、イミダゾール色素、又はこれらの混合色素などの有機色素であることを特徴とする請求項4記載の集光ユニット。

【請求項6】 前記クラッドの外側に、透明ないし半透明で耐腐食性及び耐熱性を有する保護層が設けられることを特徴とする請求項4記載の集光ユニット。

【請求項7】 前記集光体は、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスチレン樹脂、又はこれらの共重合体樹脂などのプラスチックで形成されることを特徴とする請求項4記載の集光ユニット。

【請求項8】 前記集光体は、蛍光色素を含有し、この蛍光色素は、ベリレン系色素、BBOT、クマリン色素、イミダゾール色素、又はこれらの混合色素などの有機色素であることを特徴とする請求項4記載の集光ユニット。

【請求項9】 前記集光体の外側に、透明ないし半透明で耐腐食性及び耐熱性を有する保護層が設けられることを特徴とする請求項4記載の集光ユニット。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、蛍光ファイバ並びに集光ユニットに関する。

【0002】

【従来の技術】 光ファイバは、その優れた伝送性能、耐ノイズ性、絶縁性等のために様々の分野で利用されている。例えば、電力設備におけるガス絶縁機器は、故障発生の前駆現象として異常部が微弱な部分放電光を発生す

るため、この微弱光を安全且つ確実にそして効率良く検出するために、蛍光ファイバと呼ばれる蛍光変換効率の高い蛍光色素を含有した光ファイバを用いた集光ユニット(光ファイバセンサ)が提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかるに、コアをガラス系の材料で形成した一般的な蛍光ファイバの場合、ガス絶縁機器内の腐食性の高いガス(HFガス等)によって侵食され易く、耐腐食性に難点がある。その他に、ポリメチルメタクリレート(PMMA)やポリカーボネート(PC)をコア材とする蛍光ファイバが考えられるが、前者は、熱変形温度が相対的に低く、耐熱性に難点があり、後者は、十分な耐熱性を有するものの蛍光変換効率が相対的に低いという難点がある。

【0004】 そこで、本発明においては、高い蛍光変換効率を有し同時に耐熱性及び耐腐食性に優れた蛍光ファイバ並びにこれを組み込んだ集光ユニットを提供することをその課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために本発明に係る蛍光ファイバは、蛍光色素を含有するノルボルネン系樹脂で形成されたコアと、前記コアの外側に設けた前記コアよりも低い屈折率を有するクラッド、とを含むことを構成上の特徴とする。好ましくは、前記コアの蛍光色素は、ベリレン系色素、BBOT、クマリン色素、イミダゾール色素、又はこれらの混合色素などの有機色素であることを特徴とする請求項1記載の蛍光ファイバ。

【0006】 また、好ましくは、前記クラッドの外側に、透明ないし半透明で耐腐食性及び耐熱性を有する保護層が設けられることを特徴とする請求項1記載の蛍光ファイバ。本発明に係る集光ユニットは、(イ) 蛍光色素を含有するノルボルネン系樹脂で形成されたコアと、前記コアの外側に設けた前記コアよりも低い屈折率を有するクラッド、とを含む蛍光ファイバと、(ロ) 蛍光ファイバの少なくとも一端に直接もしくは間接に接続される光検出器と、(ハ) 蛍光ファイバの側方に配置される透明ないし半透明の集光体、とを含み、集光体で蛍光変換された光が蛍光ファイバに導かれて再度蛍光変換されることを構成上の特徴とする。

【0007】 好ましくは、前記コアの蛍光色素は、ベリレン系色素、BBOT、クマリン色素、イミダゾール色素、又はこれらの混合色素などの有機色素である。また、好ましくは、前記クラッドの外側に、透明ないし半透明で耐腐食性及び耐熱性を有する保護層が設けられる。好ましくは、前記集光体は、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスチレン樹脂、又はこれらの共重合体樹脂などのプラスチックで形成される。

【0008】 また、好ましくは、前記集光体は、蛍光色素を含有し、この蛍光色素は、ベリレン系色素、BBOT

T、クマリン色素、イミダゾール色素、又はこれらの混合色素などの有機色素である。好ましくは、前記集光体の外側に、透明ないし半透明で耐腐食性及び耐熱性を有する保護層が設けられる。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。本発明に係る蛍光ファイバ1は、図1に示したように、周囲媒質よりも屈折率の高い誘電体で構成されたコア3と、その周囲の屈折率の低いクラッド5、とによって基本的に構成され、その外周には、保護層7が被装される。コア3は、ノルボルネン系樹脂で形成されており、蛍光色素としては、例えば、ペリレン系色素、BBOT (2, 5-bis [5-tert-butylbenzo x azoyl] thiophene)、クマリン色素、イミダゾール色素、又はこれらの混合剤などの有機色素が用いられ、保護層7は、例えば熱可塑性フッ素ゴム、透明テフロン等で形成される。

【0010】この蛍光ファイバ1 (以下、一般的ではないが分かりやすいので、ノルボルネン蛍光ファイバと呼ぶ) の製造方法の一例について簡単に説明すると、コア材のペレット中に放電光500nm以下の光を効率良く変換可能な緑色のペリレン色素とAPD素子の最大量子効率に相当する波長650nmの赤色のペリレンの複合色素をドーパ (添加) した複合蛍光色素を混入し、クラッド材と同時に押出しできる二重ノズルを用いた押出機にて、所定ファイバ径 (例えば1.0mm) に紡糸することによって形成する。

【0011】斯かるノルボルネン蛍光ファイバ1の優れた特性を評価するため、図2に示すような実験装置11を特設した。この装置11は、部分放電光を実験的に形成する光源13 (例えば、キセノンランプ光源) からの光を、フィルタ15及び干渉フィルタ (470nm) 17を通し、ガラス光ファイバ19及び集光レンズ21を介して、ノルボルネン蛍光ファイバ1に対してスポット的 (スポットサイズφ1mm) に照射して、ノルボルネン蛍光ファイバ1の端面に設けた光検出器23によって光出力を検出するものである。

【0012】ノルボルネン蛍光ファイバ1に対する照射位置 (ファイバ端面 (光検出器) からの距離) を段階的に変えて、各位置における光出力を測定した。また、これとの比較のために、コア材をポリカーボネート樹脂で形成した蛍光ファイバ (以下、便宜的にPC蛍光ファイバと呼ぶ) を用いて同じ実験を行った。図3は、その測定結果を示す線図であり、○印は、上記実施形態のノルボルネン蛍光ファイバ、●印は、PC蛍光ファイバの場合のそれを示す。

【0013】同図から、光変換効率に相当する光ファイバの光出力の外挿値 (照射位置0mにおける光出力値) に関して、PC蛍光ファイバよりもノルボルネン蛍光ファイバの方が1.5dB優れ (これは、倍率的に1.4倍優れ

ることを意味する)、伝送性能を示す伝送損失に関しては、やはりノルボルネン蛍光ファイバの方が優れている (すなわち、○印を結ぶ線の方が●印を結ぶ線よりも下がり方が小さい)、ということが理解できよう。

【0014】以上のように、上記実施形態のノルボルネン蛍光ファイバ1によれば、コア3を構成するノルボルネン系樹脂が、ガラス転移温度が171°CであってPCやPMMAよりも高く、また蛍光ファイバに使用する変換光波長域500nm付近にPMMA並の光線透過率を有するので、高温雰囲気中、更にはHFガス (SF<sub>6</sub>、SF<sub>4</sub>、SF<sub>2</sub>) 等の腐食性ガス中でも充分な耐性を享有することができる。

【0015】次に、上記ノルボルネン蛍光ファイバ1を組み込んだ集光ユニットの実施形態について図4を参照して説明する。同図の集光ユニットは、蛍光色素を含有した透明もしくは半透明の所定プラスチック、例えば、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスチレン樹脂、又はこれらの共重合体樹脂から成る円柱状の板を集光体41とし、この集光体41の外周面にノルボルネン蛍光ファイバ1を巻回した構成を有する。ノルボルネン蛍光ファイバ1の両端 (一端でも可能) は、図示しない受光素子 (例えば、アバランシェフォトダイオード (APD) 素子等)、信号処理部 (例えば、光子カウンタ等)、表示部等から構成される光検出器23に接続される。集光体41の蛍光色素としては、ノルボルネン蛍光ファイバ1のそれと同様の材料を用いることができる。集光体41の外表面には、腐食性ガス (HFガス等) の侵食を防止して耐久性を向上させるために保護層 (図示せず) が設けられ、この保護層は、ノルボルネン蛍光ファイバのそれと同様の材料で形成することができる。

【0016】斯かる構成を有する図4の集光ユニットの基本的な作用につき概説すると、集光体41の主に上面側から内部に入射した光により、集光体内の蛍光色素 (蛍光体) が蛍光を発生 (蛍光変換) し、これが集光体41の外周面からノルボルネン蛍光ファイバ1の側面に入射し、これによりノルボルネン蛍光ファイバ内の蛍光色素 (蛍光体) が蛍光を発生 (蛍光変換) し、これがノルボルネン蛍光ファイバ中を導光され、最終的に光検出器23に至る。尚、好ましくは、集光体41から出射する光の波長が、ノルボルネン蛍光ファイバ1の出射する光の波長よりも短くなるように全体構成される。

【0017】この集光ユニットをガス絶縁機器 (図示せず) 内部に設置したような場合、その苛酷な使用環境にもかかわらず、前駆現象としての異常部からの微弱な部分放電光を極めて精度 (効率) 良く検知することができる。具体的には、この集光ユニットは、従来の光ファイバセンサでは困難であった数pCの部分放電連続放電光を精度良く検出することができる。これにより、重大な事故を安全且つ確実に未然に防止でき、非常に実用的・

实际的である。尚、上記集光ユニットにあっては、光を実際に検出する部分や信号を伝送する部分等が概ね光ファイバで構成されるために、電磁ノイズ等の影響を受けにくいという点も見逃せない特長である。

【0018】最後に、集光ユニットの別の幾つかの実施の形態について図5～7を参照して簡潔に説明するが、いずれの実施形態においても、集光体は、上述した実施形態のそれと同じ蛍光色素を含有したプラスチック材料で形成され、好ましくは外面に保護層(図5の43a～43c参照)を有し、集光体と蛍光ファイバとの接触/非接触は問わないこととする。集光体と関連しないファイバ部分については、図5(a)のみに図示したように通常の伝送用の光ファイバ45を用い、これとノルボルネン蛍光ファイバ1とを光接続するように構成すれば、合理的・経済的である。尚、これらの図では、光ファイバの接続関係の詳細や光検出器等の図示を省略してある。

【0019】図5(a)の集光ユニットは、保護層43aで被覆された2つの扁平板から成る集光体51aと、その対向する端面間に配置したノルボルネン蛍光ファイバ1を含む。図5(b)の集光ユニットは、保護層43bで被覆された2つの所定曲率の湾曲板から成る集光体51bと、その対向する端面に配置したノルボルネン蛍光ファイバ1を含む。

【0020】図5(c)の集光ユニットは、保護層43cで被覆された1箇所切れ目を有する円筒状の集光体51cと、この切れ目に配置したノルボルネン蛍光ファイバ1を含む。図6(a)の集光ユニットは、所定曲率の湾曲板から成る集光体61aと、その凹面中央に付設したノルボルネン蛍光ファイバ1を含む。

【0021】図6(b)の集光ユニットは、1箇所切れ目を有する円筒状の集光体61bと、その内周に付設したノルボルネン蛍光ファイバ1を含む。図7(a)に示す集光ユニットは、ノルボルネン蛍光ファイバ1を輪状に形成したものを複数個平行に離設し且つ1の棒状のノルボルネン蛍光ファイバ1でそれらを相互接続したファイバ構造体を、円筒状の集光体71aの内部に設けた構成を含む。

【0022】図7(b)に示す集光ユニットは、ノルボ

ルネン蛍光ファイバ1を蛇行状に形成したものを、円筒状の集光体71bの内周面に沿うように設けた構成を含む。以上説明した図5(a)～図7(b)に示した各集光ユニットにおいても、図4の集光ユニットと同様に、苛酷な使用環境における微弱光の高精度(効率)の検知が可能である。

#### 【0023】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、非常に高い耐熱性能と耐腐食性能等具备、蛍光変換効率の極めて優れた蛍光ファイバを実現できる。これにより、例えばこれを組み込む高耐久性・高信頼性の集光ユニットを提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る蛍光ファイバの横断面図である。

【図2】実験装置の全体概略構成図である。

【図3】実験結果を示す線図である。

【図4】集光ユニットの実施の形態を示す略構成図である。

【図5】集光ユニットの別の実施の形態を示す略構成図である。

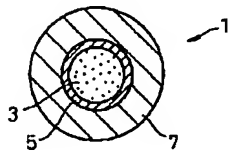
【図6】集光ユニットの更に別の実施の形態を示す略構成図である。

【図7】集光ユニットの他の実施の形態を示す略構成図である。

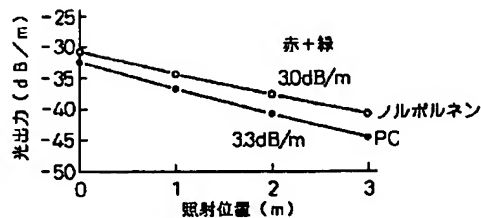
#### 【符号の説明】

- 1…ノルボルネン蛍光ファイバ
- 3…コア
- 5…クラッド
- 7、43a、43b、43c…保護層
- 11…実験装置
- 13…光源
- 15…フィルタ
- 17…干渉フィルタ
- 19…ガラス光ファイバ
- 21…集光レンズ
- 23…光検出器
- 41、51a、51b、51c、61a、61b、71a、71b…集光体
- 45…光ファイバ

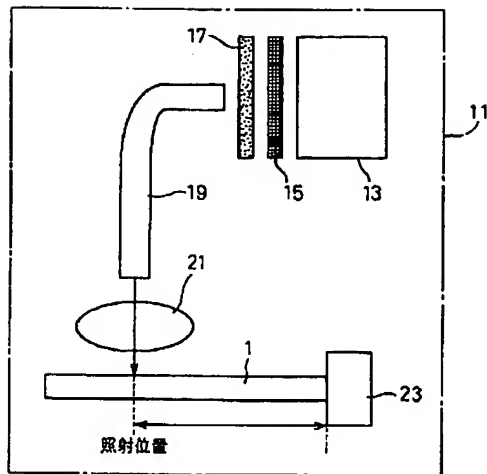
【図1】



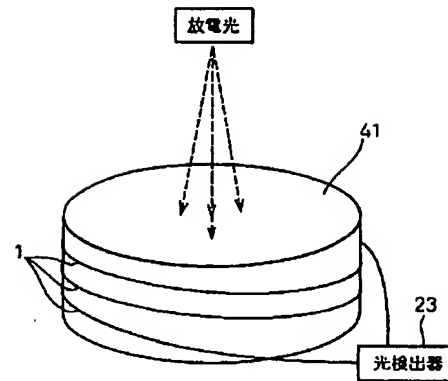
【図3】



【図2】

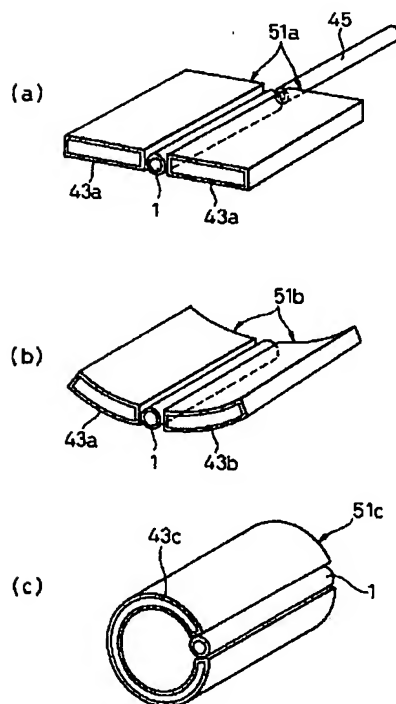


【図4】

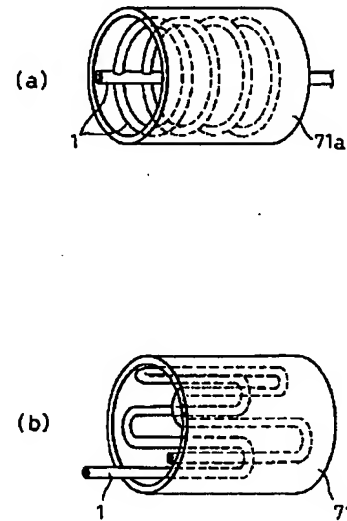
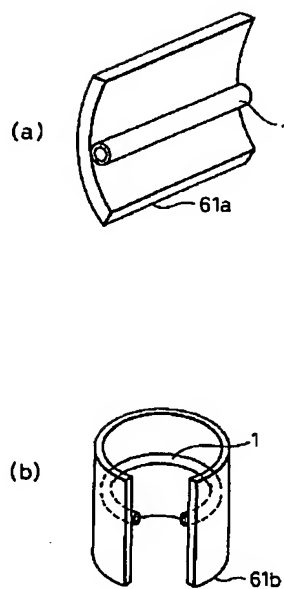


【図7】

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 章  
神奈川県横浜市都筑区川和町654 富士通  
化成株式会社内

(72)発明者 畠山 吉文  
千葉県市原市八幡海岸通7番地 株式会社  
富士電機総合研究所内